

الجامعة العربية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا
كلية الصيدلة
السنة الثانية- العام الدراسي 2025\2026-الفصل الثاني

المحاضرة الرابعة

محاضرات في الكيمياء التحليليةالصيدلانية (1)

Pharmaceutical Analytical Chemistry (1)

المحاضر الأكاديمي
الدكتورمحمد انس الفين

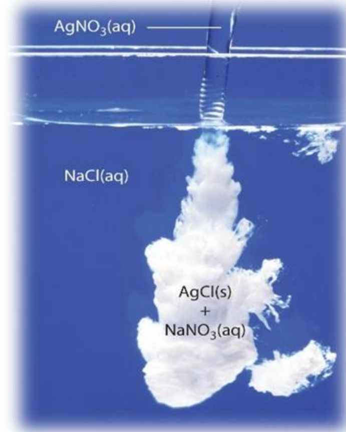
الفصل الثالث: التفاعل الكيميائي وقانون فعل الكتلة

التفاعل الكيميائي: هو أي تغيير كيميائي (اتحاد ذرات أو ارتباط أيونات أو تفكك جزيئات) يطرأ على المواد المتفاعلة لتشكيل مواد ناتجة عن هذا التغيير.

ترتبط معظم التفاعلات الكيميائية بعوامل عدة ومنها: سرعة التفاعل، ودرجة الحرارة، ونوع الوسيط،.....

اثبتت التجارب الترموديناميكية أن سرعة التفاعل تتعلق بدرجة الحرارة والضغط وتركيز المواد المتفاعلة.

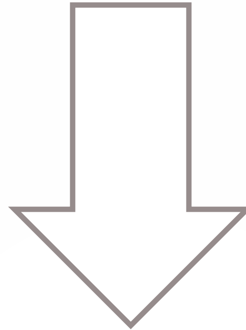
مثلاً: إضافة محلول من ملح الطعام أو كلوريد الصوديوم الى محلول ممدد من نترات الفضة يتشكل راسب ابيض المظهر من كلوريد الفضة (بسرعة كبيرة).



في حين لدى إضافة محلول ممدد من حمض الكبريت الى محلول تحت كبريتيت الصوديوم، يُلاحظ بقاء التفاعل شفافاً لبعض الوقت ثم يبدأ تدريجياً بتشكل عكر خفيف حتى ظهور الراسب داخل المحلول (تفاعل بطيء).



بالنتيجة تختلف سرعة التفاعل باختلاف طبيعة المواد المتفاعلة، (التفاعلات الحمضية–الأساسية) مثلاً، تحدث لحظياً وخلال زمن بسيط بينما بعض التفاعلات الأخرى قد تحتاج الى ساعات او أيام واشهر لحدوثها.



عندما يتفاعل جزيء A مع جزيء B تفاعلاً تاماً ولحظياً، تتشكل جزيئات C , D حسب التفاعل:

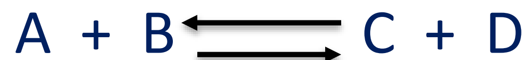


التفاعل في هذه الحالة **غير عكوس** وينطبق على هذا النوع من التفاعلات (تفاعل الحموض القوية مع الأسس القوية)، كمثال:

كبريتات البوتاسيوم　　هيدروكسيد البوتاسيوم　　حمض الكبريت



أما في الحالة الثانية، لدى تفاعل المواد الناتجة C, D وتشكل المادتين A, B يسمى **التفاعل عكوساً**.

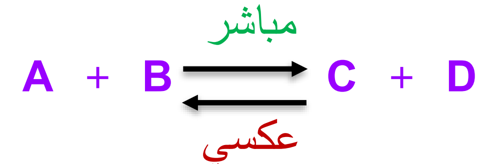


أنواع التفاعلات الكيميائية

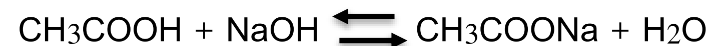
التفاعلات العكوسة

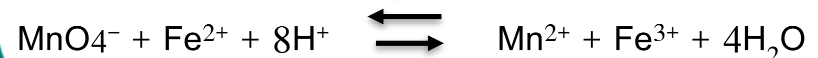
هي التفاعلات التي تتم باتجاهين متعاكسين(مباشر–عكسي) بمعنى (المواد المتفاعلة تتحد لتشكيل المواد الناتجة والعكس بالنسبة للمواد الناتجة تتحد لتشكيل المواد المتفاعلة).

يكون التفاعل عكوساً كما في الشكل التالي:



تعد معظم التفاعلات الحمضية والاساسية، وتفاعلات الاكسدة والارجاع، وتشكل المعقدات من التفاعلات العكوسة.







التفاعلات غير العكوسة

هي التفاعلات التي تتم باتجاه واحد (تفاعلاً تاماً).



تتحقق التفاعلات غير العكوسة في الحالات التالية:

1–عندما يكون احد المواد الناتجة عن التفاعل غازاً طياراً قليل الانحلال في المحلول:



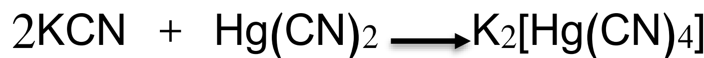
2–عندما يكون احد النواتج راسب قليل الذوبان:



3–عندما تكون المواد الناتجة املاح تامة التأين:



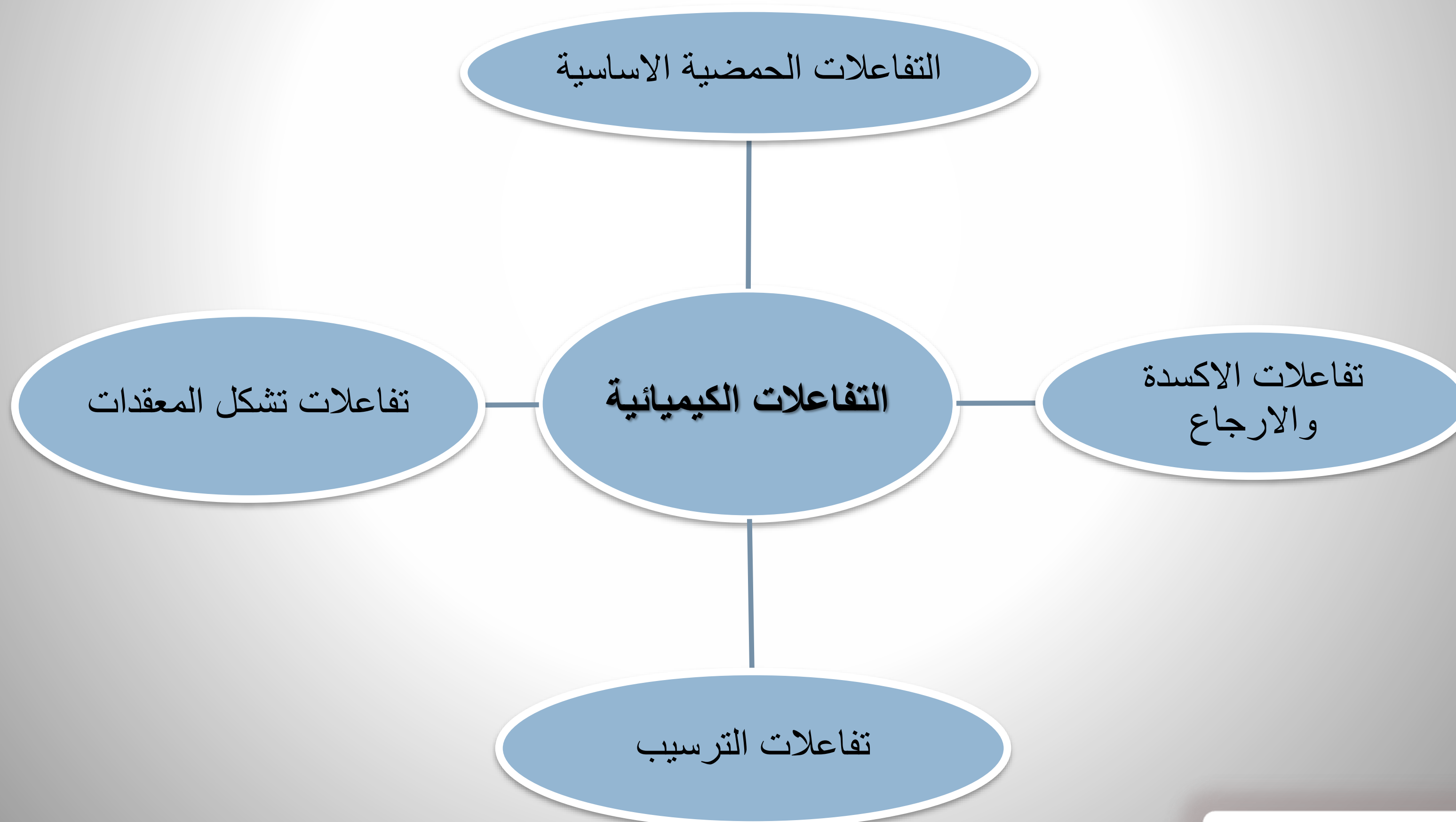
4–عند تشكل معقدات ثابتة وضعيفة التفكك:



الدكتور محمد انس الفين

التفاعلات الكيميائية

تستند مثل هذه التفاعلات الهامة على مبدأ الطريقة التحليلية المعتمدة سواءً كانت الكمية أم الكيفية، وتصنف التفاعلات التحليلية إلى عدة مجموعات أساسية، سنقسمها باختصار، على ان تفصّل في المحاضرات اللاحقة.



الدكتور محمد انس الفين

التفاعلات الكيميائية

1. التفاعلات الحمضية–الاساسية:

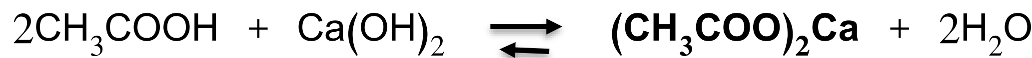
أو ما يطلق عليها اسم تفاعلات التعديل، كونها تعتمد مبدأ تفاعل الايون الموجب (ايون الهيدرونيوم) من الحمض مع الايون السالب (ايون الهيدروكسيد) من الاساس: $H_3O^+ + OH^- \rightleftarrows 2H_2O$

يستخدم هذا النمط من التفاعلات في تعيين الحمض بدلالة الاساس القوية أم الضعيفة منها على حدٍ سواء تعييناً كمياً، بالإضافة لتعيين كمية الاملاح الناتجة عن هذه التفاعلات (الحمضية–الأساسية):

(حمض قوي + أساس قوي):

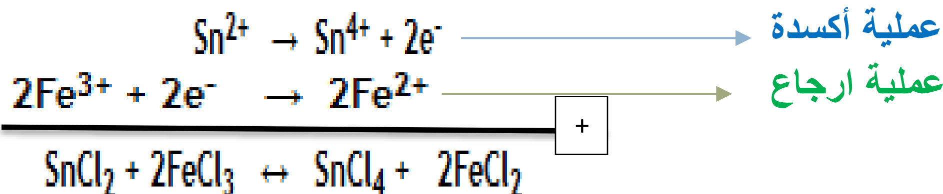


(حمض ضعيف + أساس ضعيف):



2. تفاعلات الاكسدة والارجاع:

تعتمد هذه التفاعلات على انتقال كامل أو جزئي للالكترونات من ذرة أشد كهرجابية الى ذرة اشد كهرسلبية لتشكيل أيونات موجبة (شرجبات) وأيونات سالبة (شرسبات) وترتبط فيما بينها براوبط أيونية (أو شاردية).



الدكتور محمد انس الفين

التفاعلات الكيميائية

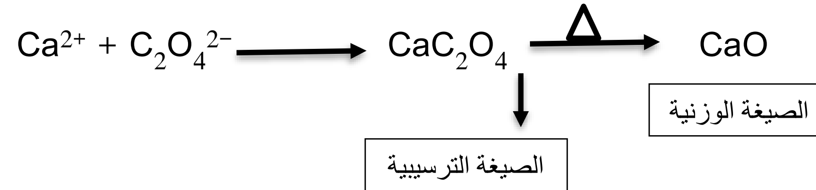
3. تفاعلات الترسيب:

في هذا النمط من التفاعلات يصاحب جريانها تشكل رواسب ضعيفة الانحلال او الذوبان وهذا ما يحدده جداء الانحلال Ksp. ويوجد نوعين من الرواسب في هذه التفاعلات:

1) نوع من الرواسب تنطبق فيه الصيغة الوزنية مع الصيغة الترسيبية



2) نوع من الرواسب لا تنطبق صيغته الوزنية مع صيغته الترسيبية



4. تفاعلات تشكل المعقدات:

يرافق جريان هذه التفاعلات تشكل معقدات والذي يتوقف على ثابت تشكل المعقد وتختلف فيما بينها بدرجة ثبات هذا المعقد وطبيعة الارتباط (الرابطة التساندية).

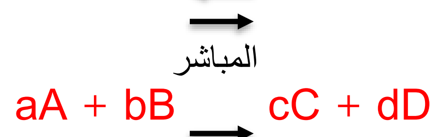


الدكتور محمد انس الفين

قانون فعل الكتلة

ليكن لدينا التفاعل الكيميائي العكوس التالي:

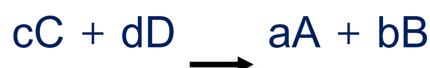




تُعطى علاقة سرعة التفاعل المباشر:

$$V_1=Kc_1 . C^a_A . C^b_B$$

وتُعطى علاقة سرعة التفاعل العكسي:



$$V_2=Kc_2 . C^c_C . C^d_D$$

في حالة التوازن الترموديناميكي، يكون سرعة التفاعل المباشر والعكسي متساويين: $V_1= V_2$

$$Kc_1 . C^a_A . C^b_B= Kc_2 . C^c_C . C^d_D$$ (بمساواة العلاقتين)

(بالقسمة) $$Kc = \frac{K1}{K2} = \frac{C^c_C . CdD}{C^a_A . CbB}$$ -------*

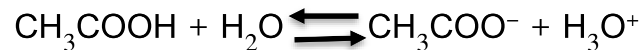
يُدعى Kc **بثابت التوازن** ليس له واحدة وتعبّر العلاقة الأخيرة (*) عن قانون فعل الكتلة

الدكتور محمد انس الفين

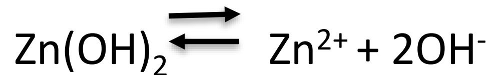
ولا يجوز تطبيق قانون فعل الكتلة على التفاعلات المباشرة .

–حالات تطبيق قانون فعل الكتلة:

1–الكهرليتات الضعيفة و الممددة جداً (حموض واسس ضعيفة):



$$Ka=\frac{C_{CH3COO^-}.C_{H3O^+}}{C_{CH3COOH}}$$ ⟵ ثابت تأين الحمض الضعيف (حمض الخل)



$$Kb=\frac{C^2_{OH^-}.C_{Zn+}}{C_{Zn(OH)2}}$$ ⟵ ثابت تأين الأساس الضعيف (هيروكسيد الزنك)

2–الكهرليتات الضعيفة ذات التراكيز العالية، وعندها يستبدل التركيز C بالفعالية a

a=f. C

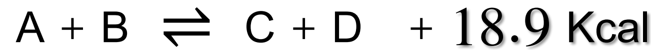
بحيث: a: فعالية المحلول f: معامل الفعالية C: تركيز المحلول

مبدأ لوشاتوليه:

لا يتحقق مبدأ لوشاتوليه إلا في حالة التوازن الكيميائي للتفاعل العكوس، بحيث أن أية فعل يؤدي إلى إزاحة التوازن إلى الجهة المعاكسة لعملية التبديل أو التغيّر الطارئ على التفاعل وبسرعة كبيرة.

مثلاً: ليكن لدينا التفاعل التالي، وفق المعادلة:

مباشر



عكسي

يرافق التفاعل (انتشار كمية من الحرارة).

*يمكن مناقشة حالات مبدأ لوشاتوليه تحت تأثير كل من: درجة الحرارة، التركيز، الضغط، الحفّاز أو الوسيط.

1-لدى زيادة درجة الحرارة، فحسب مبدأ لوشاتوليه سوف يختل التوزان الكيميائي للتفاعل وينزاح بالاتجاه العكسي.

2-لدى زيادة تركيز احدى المواد المتفاعلة، أيضاً وفق المبدأ سوف يختل التوازن وينزاح بالاتجاه المباشر.

3-لدى زيادة الضغط أو نقصانه، (لا يؤثر) بسبب أن عدد المولات في طرفي المعادلة ثابت.

4- لدى إضافة مادة محفزة أو وسيط، (لا تؤثر) على طرفي المعادلة وانما تسرّع من التفاعل بشكل عام.

الدكتور محمد انس الفين

وظيفة:

ناقش حلول الاضافات الآتية في المعادلة الموزونة: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 64$ KJ/mol

يرافق التفاعل (انتشار كمية من الحرارة).

والمطلوب، ناقش الحالات الآتية من حيث انزياح التفاعل:

1–لدى زيادة درجة الحرارة؟!.

2–لدى نقصان درجة الحرارة؟!.

3–لدى زيادة تركيز الآزوت (النيتروجين)؟!.

4–لدى تقليل تركيز الهيدروجين؟!.

5–لدى زيادة الضغط؟!.

6–لدى نقصان الضغط؟!.

4– لدى إضافة مادة محفّزة أو وسيط من البلاتين أو البالاديوم؟!.

الدكتور محمد انس الفين

نهاية المحاضرة الرابعة

الدكتور محمد انس الفين